

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 062 916 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.12.2000 Patentblatt 2000/52

(51) Int. Cl.⁷: **A61C 13/00**

(21) Anmeldenummer: 00110016.3

(22) Anmeldetag: 12.05.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erreichungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 21.06.1999 CH 115199

(71) Anmelder:
**DCS Forschungs & Entwicklungs AG
4123 Allschwil (CH)**

(72) Erfinder:
• **Traber, Tony
4123 Allschwil (CH)**

• **Kappert, Heinrich F., Prof. Dr. rer. nat.
79184 Gundelfingen (DE)**
• **Gläser, Rainer
79098 Freiburg i. Breisgau (DE)**

(74) Vertreter:
**Hotz, Klaus, Dipl.-El.-Ing./ETH
c/o OK pat AG,
Patente Marken Lizenzen,
Hinterbergstrasse 36,
Postfach 5254
6330 Cham (CH)**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines individuell gefertigten, implantatgestützten Zahnersatzes und Verfahren zur Herstellung eines Zahnersatzteiles, insbesondere aus beliebigen, auch biokompatiblen Werkstoffen und insbesondere mit Hilfe der CAD-CAM-Fräs- und Schleif-Technik**

(57) Verfahren zur Herstellung eines implantierbaren Zahnersatzes (10). An einem Arbeitsmodell (40) eines mit dem Zahnersatz (10) zu versehenen Kieferbereichs (30) wird ein Manipulierimplantat (42) angebracht, welches relativ zum Arbeitsmodell (40) eine Lage einnimmt, die der Lage eines im Kieferbereich (30) implantierten Implantates (12) entspricht. Zu jedem Implantat (12) wird ein Abutment (18) hergestellt, das dazu bestimmt ist, am Implantat (12) mittels einer Positionierungsvorrichtung (15) positioniert und mittels eines Befestigungselementes befestigt zu werden. Am Arbeitsmodell (40) wird eine auf das Abutment (18) passende Suprakonstruktion (21) hergestellt, welche dazu bestimmt ist, später im Kieferbereich (30) auf das mindestens eine Abutment (18) geschoben zu werden. Dazu wird nach dem Anbringen des mindestens einen Manipulierimplantates (42) im Arbeitsmodell (40) auf jedem Manipulierimplantat (42) ein Hilfselement (44) angebracht, das zusammen mit dem Manipulierimplantat (42) die Lage des Implantates (12) im Kieferbereich (30) wiedergibt. Mittels einer Erfassungsvorrichtung (SCAN) wird die dreidimensionale Geometrie des Arbeitsmodells (40) mit dem mindestens einen Hilfselement (44) erfasst und daraus Basis-Daten (BAD) ermittelt, welche die genannte dreidimensionale Geometrie beschreiben. Aus den genannten Basis-Daten (BAD)

werden Implantat-Daten (ID) ermittelt, welche die Tiefe, die Neigung und die Winkellage des Implantates (12) im Kieferbereich (30) definieren. Aus den Implantat-Daten (ID) werden Abutment-Daten (AD) ermittelt, welche das herzustellende Abutment (18) definieren. Die Herstellung des Abutments (18) aus einem Abutment-Rohenteil (17) erfolgt unter Berücksichtigung der Abutment-Daten (AD) mittels einer CAD/CAM-Anlage (CC). Verfahren zur Herstellung eines individuellen Zahnersatzteiles. Mehrere Rohteile für Zahnersatzteile befinden sich an einer Platte. Sie werden nacheinander auf einer CAD/CAM-Anlage bearbeitet aufgrund von Daten, welche die Lage von Implantaten oder Zahnresten beschreiben, auf denen die Zahnersatzteile zu befestigen sind.

EP 1 062 916 A2

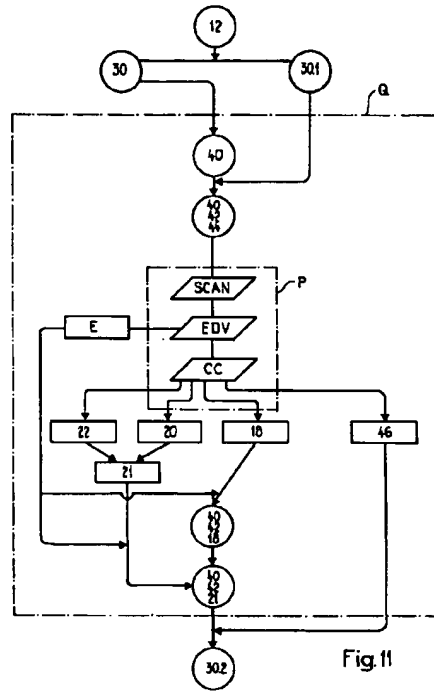


Fig. 11

Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung sind ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnersatzes nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnersatzteiles nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 13.

[0002] Unter dem Begriff 'Zahnersatz' soll im Rahmen der vorliegenden Beschreibung ein Gebilde verstanden werden, das nicht nur den sichtbaren Teil eines Zahnes oder einer Zahngruppe ergänzt oder ersetzt sondern auch dessen Zahnwurzel, und das somit einen vollständigen Ersatz für einen oder mehrere Zähne eines Patienten bildet. Dieser Zahnersatz besteht im gefertigten Zustand aus mehreren ineinandergreifenden oder auch aneinander befestigten Bestandteilen. Unter dem Begriff 'Zahnersatzteil' soll dagegen im Rahmen der vorliegenden Beschreibung ein Gebilde verstanden werden, das auf einem Implantat oder einem präparierten Zahnrest abgestützt wird und das im Wesentlichen den Kieferknochen und das Zahnfleisch überragt; ein Zahnersatzteil kann insbesondere einen Bestandteil eines implantatgestützten Zahnersatzes bilden.

[0003] Der erste Bestandteil des Zahnersatzes ist ein Implantat; welches im Kieferknochen des Patienten inseriert und dann auch als Implantat-Inserierung bezeichnet wird. Auf dieser Implantat-Inserierung werden später die weiteren Bestandteile des Zahnersatzes aufgebaut. Im Allgemeinen bildet die Implantat-Inserierung die Grundlage für einen Zahnersatz, der einen oder mehrere Zähne ersetzt; ein Zahnersatz, der einen Zahn ersetzen soll, wird auf einem einzigen Implantat abgestützt, und ein Zahnersatz, der mehrere benachbarte Zähne ersetzen soll, wird im Allgemeinen auf mindestens zwei Implantaten abgestützt. Die Implantate sind dazu bestimmt, vom Zahnarzt im Kieferknochen eines Patienten implantiert bzw. inseriert zu werden, und sie werden dem Zahnarzt gebrauchsfertig und steril geliefert. Die Implantate können im Wesentlichen zylindrisch oder zulaufend ausgebildet sein und weisen die Form von Schrauben oder Stiften auf. An seinem coronalen Ende weist jedes Implantat eine erstes Positionierungselement auf. Die Implantate sind im eingegliederten Zustand des Zahnersatzes am Patienten nicht oder nur bedingt sichtbar.

[0004] Der zweite Bestandteil des Zahnersatzes wird durch ein Verbindungsstück, das in der Fachsprache als Abutment bezeichnet wird, gebildet. An jedem Implantat wird ein Abutment befestigt. Die Abutments sind im eingegliederten Zustand des Zahnersatzes am Patienten nicht oder nur bedingt sichtbar. Sie dienen dazu, die Implantate mit den weiteren Bestandteilen des Zahnersatzes zu verbinden. Jedes Abutment weist an seinem proximalen Ende ein zweites Positionierungselement auf, das zusammen mit dem ersten, am zugehörigen Implantat angeordneten Positionierungselement eine gegen Rotation sichernde Positionie-

rungsvorrichtung bildet.

[0005] Der dritte Bestandteil des Zahnersatzes wird durch Verbindungselemente zur gegenseitigen Befestigung von Implantat und Abutment, allgemein Schrauben, gebildet. Auch diese Verbindungselemente sind im eingegliederten Zustand des Zahnersatzes am Patienten nicht sichtbar. Die gegenseitige Verbindung von Implantat und Abutment ist im Allgemeinen reversibel.

[0006] Der vierte Bestandteil des Zahnersatzes wird als Gerüst, Brückengerüst oder Kappe bezeichnet. Er wird auf einem oder mehreren Abutments, im Allgemeinen mit Hilfe eines geeigneten Zementes oder Klebstoffes oder mittels einer Horizontal- oder Vertikalverschraubung gegen vertikale Verschiebungen gesichert beziehungsweise befestigt. Eine einzelne Kappe kann zum Ersatz eines Zahnes dienen und auf einem Abutment montiert werden. Ein Gebilde aus mehreren Kappen im Verbund mit einem Zwischenglied, als Portic bezeichnet, kann aber auch als tragendes Element für eine Implantatbrücke zum Ersatz mehrerer Zähne bestimmt sein und auf mehreren Abutments montiert werden. Kappen sind zwar nach der Eingliederung des Zahnersatzes am Patienten nicht oder nur bedingt sichtbar, hingegen kann ihre Beschaffenheit einen gewissen Einfluss auf den ästhetischen Aspekt des Zahnersatzes ausüben, wie weiter unten dargelegt werden wird.

[0007] Der fünfte Bestandteil des Zahnersatzes wird durch eine Verblendung gebildet, welche das Gerüst beziehungsweise das Brückengerüst beziehungsweise die Kappe ummantelt. Die Verblendung ist der einzige Bestandteil des Zahnersatzes, der im eingegliederten Zustand des Zahnersatzes am Patienten sichtbar ist. Die Verblendung ist dazu bestimmt, den sichtbaren Bereich des Zahnes zu ersetzen. Das Gerüst beziehungsweise das Brückengerüst beziehungsweise die Kappe einerseits und die Verblendung andererseits sind irreversibel miteinander verbunden.

[0008] Anstelle des Gerüsts beziehungsweise des Brückengerüsts beziehungsweise der Kappe sowie der Verblendung, welche - wie eben beschrieben - den vierten und den fünften Bestandteil des Zahnersatzes bilden, kann auch eine sogenannte Vollkrone verwendet werden; in diesem Falle umfasst der Zahnersatz nur vier Bestandteile, nämlich das Implantat, das Abutment, die Verbindungselemente und die Vollkrone.

[0009] Gerüst und Verblendung zusammen oder die Vollkrone allein bilden eine Einheit, die im Rahmen der vorliegenden Beschreibung auch als Suprakonstruktion bezeichnet wird. Die Suprakonstruktion ist reversibel oder irreversibel am Abutment befestigt; reversibel befestigte Suprakonstruktionen können bei Bedarf vom Abutment entfernt werden.

[0010] Der Zahnersatz soll bezüglich Funktionalität, Form und Aussehen dem zu ersetzenden natürlichen Zahn beziehungsweise den zu ersetzenden natürlichen Zähnen des Patienten möglichst ähnlich sein.

[0011] Wie schon erwähnt sollen unter dem Begriff

eines Zahnersatzteiles im Rahmen der vorliegenden Beschreibung Gebilde verstanden werden, die dazu bestimmt sind, unmittelbar oder mittelbar auf Implantaten oder Zahnresten befestigt zu werden. Einerseits fallen somit unter den Begriff eines Zahnersatzteiles Abutments, die auf Implantaten befestigt werden mit Gerüsten, die auf Abutments befestigt werden und mit Verblendungen, die auf den Gerüsten aufgetragen werden, ferner Abutments welche auch Gerüste bilden und Integralteile, welche alle Bestandteile des Zahnersatzes, mit Ausnahme des Implantates selbst, umfassen. Andererseits fallen unter den Begriff eines Zahnersatzteiles auch auf präparierten Zähnen befestigbare Teile wie beispielsweise Kronen- und brückenartige Teile.

[0012] Die Herstellung von implantierbarem Zahnersatz kann in verschiedener Weise vor sich gehen, und auch der dabei entstehende Zahnersatz kann, wie oben beschrieben, unterschiedlich aufgebaut sein. Im Allgemeinen umfasst die Planung und Herstellung eines Zahnersatzes mehrere im Folgenden beschriebenen Verfahrensschritte, die teils vom Zahnarzt, teils vom Zahntechniker durchgeführt werden.

[0013] Der Aufgabenbereich des Zahnarztes beginnt mit der Erstellung eines Negativabdruckes, die auch als Kieferabformung bezeichnet wird. Die Erstellung eines Negativabdruckes bzw. einer Kieferabformungen ist ein Verfahrensschritt, bei welchem am Patienten Mass genommen wird, der aber am Patienten keine Spuren hinterlässt bzw. keine Veränderungen zur Folge hat. Aufgrund der Kieferabformung wird anschliessend durch den Zahntechniker ein Arbeitsmodell hergestellt; das Arbeitsmodell stellt die Situation im Kiefer des Patienten dar, in welchem der Zahnersatz zu integrieren ist. Der Zahnarzt liefert Angaben über die Anzahl der Implantate sowie gegebenenfalls weitere Angaben. Ferner inseriert der Zahnarzt die Implantate. Ein weiterer Negativabdruck wird nach der Inserierung der Implantate erstellt und liefert genauere Angaben für den Zahntechniker, die weiter unten beschrieben werden. Nach der vorgegebenen erforderlichen Heilphase, welche auf die Inserierung der Implantate im Kiefer des Patienten folgt, legt der Zahnarzt die Implantate beziehungsweise deren äusserste Bereiche frei. Die optimale Lage der Implantate ist für die Form der weiteren Bestandteile in Bezug auf Okklusion, Funktion und Ästhetik entscheidend; beim Inserieren der Implantate im Kiefer des Patienten ist es leider nicht immer möglich, die Implantate entsprechend den Idealvorstellungen bezüglich Okklusion, Funktion und Ästhetik optimal anzuordnen; die Folge davon ist, dass der Zahnersatz im Mund des Patienten bezüglich Okklusion, Funktion und Ästhetik häufig nicht optimal zu erstellen ist. Als letztes montiert der Zahnarzt auf den Implantaten nach einiger Zeit, während welcher diese einwachsen, die restlichen Bestandteile des Zahnersatzes.

[0014] Der Zahntechniker beginnt, wie oben erwähnt, mit der Erstellung eines Arbeitsmodells, des sogenannten Arbeitsmodelles, das aufgrund des vom

Zahnarzt gelieferten Negativabdruckes bzw. der Kieferabformung erstellt wird. Im weiteren Verfahren wird stets das Arbeitsmodell benutzt; auf dem Arbeitsmodell erfolgen die wesentlichen Arbeitsgänge der Herstellung des Zahnersatzes.

[0015] Der Zahntechniker arbeitet im Arbeitsmodell je nach herzustellendem Zahnersatz ein oder mehrere Manipulierimplantate, die auch als Modellanalog bezeichnet werden, ein. Die Manipulierimplantate sind kein Bestandteil des zu erstellenden Zahnersatzes sondern lediglich Hilfen zur Erstellung des Zahnersatzes. Das Modellanalog bildet die Grundlage für die Anfertigung der restlichen Bestandteile des Zahnersatzes. Die Position der Manipulierimplantate ist durch die vom Zahnarzt gelieferte Kieferabformung mit den Implantaten festgelegt. Die präzise Darstellung der Positionen der Implantate ist für die weitere Herstellung des Zahnersatzes entscheidend.

[0016] Auf jedes am Arbeitsmodell angeordnete Modellimplantat wird ein Abutment aufgebracht. Für die Beschaffung geeigneter Abutments gibt es mehrere Möglichkeiten. Es können vorkonfektionierte Abutments verwendet werden, was eine preisgünstigere und weniger zeitraubende Möglichkeit als die Herstellung individueller Abutments ist. Individuelle Abutments können durch einen Giessvorgang hergestellt werden, was aber mit mehreren Nachteilen behaftet ist; insbesondere ist es bei Brücken- und ähnlichen Konstruktionen schwierig, eine präzise Form sowie ein spannungsfreies Gebilde herzustellen; des Weiteren besteht beim Giesen die Gefahr von temperaturbedingten Werkstoffveränderungen. Individuelle Abutments können als Einzelteile individuell gefertigt werden, wobei sie individuell entweder aus einem Rohling oder aus einer Platte konfektioniert werden. Schliesslich können zur Herstellung individueller Abutments auch konfektionierte Abutments verwendet werden, die nachbearbeitet beziehungsweise individualisiert werden, wozu sie auf einer plattenartigen Haltevorrichtung befestigt werden. Die Herstellung individualisierter Verbindungskörper ist also in jedem Falle aufwendig.

[0017] Ein grosser Zeitaufwand entsteht bei der Herstellung implantatgetragener Brücken, und zwar im Zusammenhang mit dem Einschieben der Suprakonstruktion auf die Implantate und die Abutments. Während der Einschubvorgang bei der Herstellung eines kronenartigen Zahnersatzes, welcher sich über den Bereich nur eines Zahnes erstreckt, nicht mit allzu vielen Problemen behaftet ist, ist er bei der Erstellung eines brückenartigen Zahnersatzes, der sich über den Bereich mehrere Zähne erstreckt, bedeutend problematischer; da sich die Suprakonstruktion dabei mittelbar auf mehrere Implantate und unmittelbar auf mehrere Abutments abstützt. Die Implantate beziehungsweise deren Längsachsen sind im Allgemeinen nicht parallel sondern divergierend angeordnet und erfordern damit entsprechend divergierende Einschubrichtungen. Eine in einem Stück hergestellte Suprakonstruktion in Brück-

kenform kann aber natürlich nur in einer einzigen Einschubrichtung eingegliedert werden, das heisst die Einschubrichtungen auf mehrere Implantate beziehungsweise Abutments müssten parallel sein, was sich derzeit nur unter erschwerten Bedingungen realisieren lässt. Die Eingliederung wird bei grossen Abweichungen unmöglich, oder erst dann möglich, wenn eine manuelle, grossen Aufwand erfordernde Nachbearbeitung stattgefunden hat. Bei kleineren Abweichungen ist es noch möglich, die Eingliederung im Munde des Patienten vorzunehmen, allerdings nur unter Erzeugung von Spannungen an den Implantaten und/oder an den Abutments und/oder an der Suprakonstruktion.

[0018] Mit den herkömmlichen Verfahren, die mit vielen möglichen Fehlerquellen behaftet sind, ist es derzeit ausserordentlich schwierig, eine spannungsfreie Konstruktion mit nicht veränderten Werkstoffeigenschaften des Zahnersatzes zu erhalten.

[0019] Aufgabe der Erfindung ist es daher,

- ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines individuellen implantatgestützten Zahnersatz und
- ein verbessertes Verfahren zur Herstellung eines individuellen Zahnersatzteiles, das heisst eines individuellen Zahnersatzteiles aus einem oder mehreren Elementen, das auf mindestens ein Implantat oder mindestens einen Zahnrest montierbar ist, vorzuschlagen

[0020] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt

- für die Herstellung des Zahnersatzes durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1, und
- für die Herstellung des Zahnersatzteiles durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 13.

[0021] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemässen Verfahren werden durch die abhängigen Patentansprüche 2 bis 12 bzw. 14 bis 20 definiert.

[0022] Zur Herstellung eines Zahnersatzes wird wie bei herkömmlichen Verfahren vom Zahnarzt ein Negativabdruck bzw. eine Negativabformung des Kiefers oder Kieferbereiches, in welchen der anzufertigende individuelle Zahnersatz später zu liegen kommt, hergestellt, um Informationen bezüglich der Lage der Basis beziehungsweise des Implantates oder der Implantate zu bekommen. Vom Zahntechniker wird aufgrund dieser Negativabformung ein Arbeitsmodell hergestellt. Anschliessend wird auf dem Arbeitsmodell eine Manipulierimplantatanordnung angebracht, die bezüglich ihrer Lage den Implantaten im Mund des Patienten entspricht. Die Manipulierimplantatanordnung kann aus einem oder mehreren Manipulierimplantaten bestehen, entsprechend der Anzahl der tatsächlichen Implantate. Die Manipulierimplantate ragen nicht oder kaum aus dem Arbeitsmodell, ebenso wie die Implantate nicht

oder kaum aus dem entsprechenden Kieferbereich des Patienten ragen. Als nächstes wird daher auf jedem Manipulierimplantat provisorisch ein Hilfselement angebracht. Diese Hilfselemente ragen aus dem Arbeitsmodell und bilden Hilfselemente bzw. Vermessungsteile, da sie die Einsatztiefe, die Längsachsenrichtung und die Winkelstellung der Manipulierimplantate im Arbeitsmodell und damit auch die Implantat-Tiefe, die Implantat-Achsenrichtung und die Implantat-Winkellage im Mund des Patienten wiedergeben. Mit Hilfe dieser Hilfselemente oder Vermessungsteile lassen sich anschliessend Daten der Geometrie des Arbeitsmodells erfassen, und daraus kann auf die genaue Lage der Implantate im Kieferbereich des Patienten geschlossen werden. Aus den einmal erfassten Daten lassen sich weitere Daten ermitteln, die für die vollautomatisierte Herstellung sowie für die Ermittlung der Einschubrichtung der weiteren Bestandteile des individuellen Zahnersatzes benötigt werden; insbesondere ist es möglich, die Bestandteile von mehreren Implantate erfassendem Zahnersatz so herzustellen, dass die Eingliederung in einer einzigen Einschubrichtung, die auch als parallele Einschubrichtung bezeichnet wird, erfolgen kann. Dadurch wird in jeder Beziehung eine bisher unerreichte Präzision gewährleistet.

[0023] Die erfindungsgemässe Herstellung eines Zahnersatzteiles nach dem neuen Verfahren ist im wesentlichen gleich wie die Herstellung eines Zahnersatzteiles, mit Ausnahme der Verfahrensschritte, die sich lediglich auf die Implantate beziehen, da Zahnersatzteile entweder auf vorhandene Restzähne oder auf als vorhanden vorausgesetzte Implantate abgestützt sind.

[0024] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Zahnersatz nach der Erfindung, in einem die Längsachse des Zahnersatzes enthaltenden Schnitt;

Fig. 2 einen Kieferbereich eines Patienten, vor der Implantierung der Implantate, in einem Schaubild;

Fig. 3 ein Arbeitsmodell des in **Fig. 2** dargestellten Kieferbereiches, ausschnittsweise, mit zwei divergent stehenden Implantaten und einem Hilfselement pro Implantat, vereinfacht dargestellt, in einem Schnitt;

Fig. 4 das in **Fig. 3** dargestellte Arbeitsmodell, mit auf den divergent stehenden Implantaten angeordneten Abutments, wobei die Abutments bezüglich einer gemeinsamen Einschubrichtung modifiziert sind, in gleicher Darstellung wie **Fig. 3**;

Fig. 5 den in **Fig. 2** dargestellten Kieferbereich des Patienten mit einem aufgrund des Arbeitsmodells der **Fig. 3** und der **Fig. 4** hergestellten Zahnersatz, in gleicher Darstellung wie **Fig. 3** und **Fig. 4**;

Fig. 6 eine Standardplatte, dargestellt mit Einzelkronen und einem Brückengerüst;

Fig. 7A eine Platte zur Aufnahme von Abutment-Rohteilen, auf welcher mehrere Abutments während ihrer Bearbeitung fixierbar sind, in Draufsicht;

Fig. 7B die in **Fig. 7A** dargestellte Platte mit einem auf der Platte befestigten Abutment-Rohteil und mit drei nicht befestigten Abutments sowie der zugehörigen Befestigungsschrauben, in einem Schnitt senkrecht zur Plattenhauptebene;

Fig. 8A eine Platte, aus welcher anatomisch korrekte Abutments korrekt fräsbar sind, in Draufsicht;

Fig. 8B die in **Fig. 8A** dargestellte Platte, in einem Schnitt senkrecht zur Plattenhauptebene;

Fig. 8C eine weitere Platte, aus der Abutments herstellbar sind, in gleicher Darstellung wie **Fig. 8A**;

Fig. 8D die in **Fig. 8C** dargestellte Platte, in welcher die Formen der herzustellenden Abutments in gestrichelten Linien dargestellt sind, von der Seite;

Fig. 9A vier aus einer Platte hergestellte Abutments in derjenigen Lage, die sie in der Platte eingenommen haben, wobei die Platte gestrichelt dargestellt ist, in Draufsicht;

Fig. 9B die in **Fig. 9A** dargestellten Abutments, wobei die Platte, aus welcher sie hergestellt sind, gestrichelt dargestellt ist, von der Seite;

Fig. 10A vier aus einer Platte hergestellte aus der Integralteile, umfassend Abutments, Gerüste und Verblendungen, in derjenigen Lage, die sie in der Platte eingenommen haben, wobei die Platte gestrichelt dargestellt ist, in gleicher Darstellung wie **Fig. 9A**;

Fig. 10B die in **Fig. 10A** dargestellten Integralteile, in gleicher Darstellung wie **Fig. 9B**;

Fig. 11 ein Blockdiagramm zur Verdeutlichung des erfindungsgemässen Verfahrens zur Herstellung eines Zahnersatzes; und

Fig. 12 ein Schema zur Erläuterung unterschiedlicher Herstellungsmethoden und -phasen von Zahnersatzteilen.

[0025] In **Fig. 1** ist ein vollständiger individueller Zahnersatz **10** dargestellt. Der individuelle Zahnersatz **10** umfasst ein Implantat **12**, welches eine Basis für weitere Bestandteile des individuellen Zahnersatzes **10** bildet. Das Implantat **12** ist als hier als Schraube ausgebildet, kann aber auch als Rohr oder Stift ausgebildet sein. Das Implantat **12** ist dazu bestimmt, als Ersatz für die Zahnwurzel im Kieferknochen des Patienten befestigt zu werden. An seinem in **Fig. 1** oberen Ende weist das Implantat **12** ein erstes Positionierungselement **14** einer Positionierungsvorrichtung **15** auf. Ein zweites, komplementär zum ersten abgebildeten Positionierungselement **16** derselben Positionierungsvorrichtung **15** ist an einem Abutment **18** angeordnet und in **Fig. 7A**, **7B** dargestellt. Ebenfalls ist in **Fig. 7B** eine Durchgangsbohrung **19**, die auch als Montagekanal bezeichnet wird, sichtbar, die zur Aufnahme eines Befestigungselementes wie einer Schraube **54** vorgesehen ist, mittels welcher das Abutment **18** auf dem Implantat **12** befestigt ist. Ein jeweils geeignetes Implantat **12** wird aus einer Reihe verschiedener serienmässig hergestellter Implantate ausgewählt und ohne weitere Bearbeitung durch den Zahnarzt im Kieferknochen des Patienten implantiert. Auf dem Abutment **18** ist gemäss **Fig. 1** ein Gerüst **20** aufgebaut, das auch als Kappe bezeichnet wird. Für das Gerüst **20** können unterschiedliche Werkstoffe und Herstellungstechniken verwendet werden, wie dies weiter unten beschrieben wird. Auf dem Gerüst **20** ist eine Verblendung **22** befestigt, welche zusammen mit dem Gerüst **20** eine im Rahmen der vorliegenden Beschreibung eine als Suprakonstruktion **21** oder Mesiostruktur **21** bezeichnete Einheit des individuellen Zahnersatzes **10** bildet. Die Verblendung **22** stellt im Wesentlichen den Ersatz für den sichtbaren Teils des Zahnschmelzes dar. **Fig. 1** dient nur zur Erläuterung der Bestandteile, aus welchen der im Munde des Patienten angebrachte individuelle Zahnersatz **10** aufgebaut ist, nicht aber zur Beschreibung des Vorgehens beim Aufbau beziehungsweise bei der Montage des individuellen Zahnersatzes **10**.

[0026] **Fig. 2** stellt ausschnittsweise einen Kieferbereich **30** mit einem Kieferknochen **32** und Zahnfleisch **34** eines Patienten dar, der mit einem brückenartigen individuellen Zahnersatz **10** zu versehen ist, und zwar an den Stellen **T1**, **T2**, **T3**, wo ursprünglich drei benachbarte Zähne angeordnet waren. An diesem Kieferbereich **30** wird vom Zahnarzt eine nicht dargestellte Kieferabformung in Form eines Negativmodells beziehungsweise Negativabdruckes angefertigt. Ferner wird der Zahnarzt an den Stellen **T1** und **T3** je ein in **Fig. 2**

nicht dargestelltes Implantat 12 implantieren beziehungsweise inserieren und auf diesen beiden Implantaten 12, sobald sie ossio-integriert sind, die weiteren Bestandteile des individuellen Zahnersatzes 10 befestigen, die vom Zahntechniker hergestellt werden. Ausserdem liefert der Zahnarzt Informationen bezüglich der Lage der beiden Implantate 12 und der erwünschten Ausbildung der weiteren Bestandteile des individuellen Zahnersatzes 10.

[0027] Aufgrund des Negativabdruckes beziehungsweise der Kieferabformung des Zahnarztes werden vom Zahntechniker eines oder mehrere Arbeitsmodelle, insbesondere ein in Fig. 3 ausschnittsweise wiedergegebenes Arbeitsmodell 40, hergestellt. Das Arbeitsmodell 40 dient dem Zahntechniker als Grundlage zur Herstellung des individuellen brückenartigen Zahnersatzes 10, der die drei ursprünglich bei T1, T2 und T3 vorhandenen gewesenen Zähne ersetzen soll. Der brückenartige individuellen Zahnersatz 10 weist als Basis, wie schon erwähnt, die zwei Implantate 12 auf. Am Arbeitsmodell 40 werden nun zwei Manipulierimplantate 42 befestigt, und zwar an Stellen bzw. mit Längsachsen M1 beziehungsweise M2, die den Stellen bzw. Hauptrichtungen T1 und T3 von zweien der zu ersetzenden drei Zähne möglichst genau entsprechen.

[0028] Alternativ kann das Arbeitsmodell auch aufgrund einer Abformung des die Implantate 12 enthaltenden Kieferbereiches 31.1 erhalten werden, wobei dann im Allgemeinen keine Manipulierimplantate 42 benötigt werden.

[0029] In Fig. 3 ist diejenige Herstellungsphase des individuellen Zahnersatzes 10 dargestellt, in welcher auf jedem der Manipulierimplantate 42 ein provisorisch zugehöriges Hilfselement beziehungsweise Vermessungsteil 44 angeordnet ist; diese Hilfselemente beziehungsweise Vermessungsteile 44 gehören nicht zum definitiven Zahnersatz 10. Die Hilfselemente beziehungsweise Vermessungsteile 44 weisen Enden bzw. Markierungen 45 auf, anhand derer sich ihre winkelmässige Anordnung erkennen lässt. Die beiden Manipulierimplantate 42 beziehungsweise ihre Längsachsen stehen häufig weder parallel noch liegen sie in einer gemeinsamen Ebene, sondern sie nehmen divergierende Stellungen ein.

[0030] An jedem Manipulierimplantat 42 wird in einer späteren Herstellungsphase des individuellen Zahnersatzes 10 gemäss Fig. 4 ein Abutment 18 provisorisch montiert. Das Abutment 18 weist an seinem dem Implantat zugewandten Ende das Positionierungselement 16 auf, welches letztlich dazu bestimmt ist, mit dem am oberen beziehungsweise äusseren Ende des Implantates 12 vorhandenen komplementären Positionierungselement 14 zusammenzuwirken, um mit dem letzteren zusammen die zur Rotationsverhinderung dienende Positionierungsvorrichtung 15 zu bilden. Entsprechend weisen das Manipulierimplantat 42 ein Positionierungselement 14.1 und das Hilfselement beziehungsweise Vermessungsteil 44 ein Positionie-

rungselement 16.1 auf, welches eine relative Rotation verhindert und die Position sichert.

[0031] Der entsprechende Bereich des Arbeitsmodells 40 mit den sichtbaren Teilen der Hilfselemente beziehungsweise Vermessungsteile 44, jedoch ohne die Abutments 18, in dreidimensionaler Konfiguration wird mittels einer dreidimensionalen Erfassungsanlage, vorzugsweise mittels eines Scanners SCAN, der schematisch in Fig. 10 wiedergegeben ist, erfasst und die entsprechenden Werte in einer Speichereinheit einer EDV-Anlage EDV gespeichert beziehungsweise gelagert. Die durch den Scan-Vorgang ermittelten Werte werden anschliessend mit Hilfe der EDV-Anlage EDV, welche auch in einer CAD- beziehungsweise CAM- beziehungsweise CAD/CAM-Anlage CC integriert sein kann, in Basis-Daten BAD umgesetzt. Diese Basis-Daten BAD werden für alle weiteren Berechnungen und automatisierten Bearbeitungsvorgänge benutzt.

[0032] Aus den Basis-Daten BAD werden Implantat-Daten ID ermittelt, welche aufgrund der Lage der Hilfselemente beziehungsweise Vermessungsteile 44 im Arbeitsmodell 40 die Lage der Implantate 12 im Kieferbereich 30 des Patienten beschreiben. Aus den Basis-Daten BAD, die die Lage der Hilfselemente 44 definieren, lassen sich somit die Neigung, die Implantierungstiefe und die Stellung der Implantate 12 selbst sowie insbesondere die Ausrichtung des Positionierungselements 14, beispielsweise Hex, etc., ermitteln.

[0033] Aus den Implantat-Daten ID sowie aus weiteren Daten, die auch durch ein Wax-Up gewonnen werden können, lassen sich Abutment-Daten AD gewinnen, welche die Formgebung und die beabsichtigte Lage des beziehungsweise der für den jeweiligen Fall erforderlichen Abutments 18 definieren. Aufgrund dieser Abutment-Daten AD wird ein geeigneter Verfahrensablauf bzw. ein geeignetes Flussverfahren gewählt. Anschliessend wird in der CAD/CAM-Anlage CC das individuelle Abutment 18 durch spanabhebende Bearbeitung wie Schleifen und/oder Fräsen hergestellt, wobei als Rohmaterial entweder ein einzelnes Abutment-Rohteil oder eine Platte aus Abutmentmaterial verwendet wird, wie dies weiter unten beschrieben wird. Die vollautomatisierte Fertigung der Abutments 18 auf der CAD/CAM-Anlage CC gewährleistet nicht nur die geometrische Passgenauigkeit sondern auch die Einhaltung der vorbestimmten Materialeigenschaften, da diese während des Bearbeitungsprozesses keinen unvorhersehbaren mechanischen und thermischen Einflüssen ausgesetzt werden.

[0034] Auf das Verfahren zur Herstellung der individuellen Abutments wird weiter unten genauer eingegangen.

[0035] Werden gemäss den Fig. 2 bis 6 mehrere Abutments 18 für den individuellen Zahnersatz 10 benötigt, der in fertigem, am Patienten montiertem Zustand in Fig. 5 dargestellt ist, so müssen sie derart konfiguriert sein, dass die tiefen-, richtungs- und winkelmässigen Abweichungen zwischen den Implantaten 12

kompensiert werden, damit anschliessend die Suprakonstruktion **21**, bestehend aus dem Gerüst **20** und der Verblendung **22**, in einer gemeinsamen Einschubrichtung montiert werden kann, ohne dass Spannungen in den Implantaten **12**, in den Abutments **18** und in der Suprakonstruktion **21** entstehen. Zu diesem Zwecke kann die EDV-Anlage **EDV** aus den Basis-Daten **BAD** nicht nur die eigentlichen Abutment-Daten **AD** sondern auch Einschub-Daten **ED** ermitteln, welche die Einschubrichtung, insbesondere bei mehreren Implantaten **12** die gemeinsame Einschubrichtung, definieren, in welcher schliesslich die Suprakonstruktion **21** auf die Abutments **18** geschoben wird.

[0036] Fig. 6 zeigt einen Kieferbereich mit zwei Implantaten **12** und je einem darauf befestigten Abutment **18**, sowie mit einer Standardplatte **46** für eine Brückenkonstruktion.

[0037] Die EDV-Anlage kann aus den Basis-Daten **BAD** ferner Gerüst-Daten **GD** bestimmen, da im Wesentlichen die innere seitliche Fläche des Gerüsts **20** auf die äussere bzw. obere Fläche der Abutments **18** passen muss, damit das Gerüst **20** spannungsfrei und haltbar auf den Abutments **18** befestigt werden kann. Dies bedeutet nicht, dass die beiden genannten Flächen kongruent sein müssen, da zu ihrer gegenseitigen Befestigung Zement verwendet wird, für welchen ein geringer Spalt freizuhalten ist. Auch das Gerüst **20** oder die kronen- oder brückenartige Suprakonstruktion **21** kann mit Hilfe der CAD/CAM-Anlage **CC** hergestellt werden, wobei sich dieselben Vorteile ergeben, die weiter oben bezüglich der Herstellung der Abutments **18** erwähnt worden sind.

[0038] Der individuelle Zahnersatz **10**, jedoch ohne die ihn später im Kiefer des Patienten tragenden Implantate, wird provisorisch am Arbeitsmodell **40** aufgebaut; anstelle der Implantate **12** werden hierbei die Manipulierimplantate **42** benutzt. Anschliessend erfolgt der Transfer der Abutments **18** sowie des Gerüsts **20** und der Verblendung **22** in den Kieferbereich **30** des Patienten; dieser Kieferbereich mit dem fertigen individuellen Zahnersatz ist in Fig. 5 dargestellt. Die Abutments **18** werden dabei auf den Implantaten **12** mittels der Positionierungselemente **16** positioniert und mittels Schrauben befestigt. Auf die Abutments **18** wird dann die Suprakonstruktion **21**, mit dem Gerüst **20** und der Verblendung **22**, geschoben, und zwar in der Einschubrichtung **E**, die für die verschiedenen Abutments **18** parallel ist.

[0039] Wesentlich für die Präzision des individuellen Zahnersatzes **10** bei der Herstellung ist, dass zu allen Zwecken, zu denen Daten benutzt werden müssen, stets auf dieselben, durch einen einzigen Scanvorgang ermittelten Basis-Daten **BAD** zurückgegriffen wird, aus welchen sich unmittelbar und mittelbar alle weiteren Daten wie zum Beispiel Abutment-Daten **AD**, Fixierungsdaten **FD**, Gerüstdaten **GD**, Verblendungsdaten **VD** ableiten lassen, um sie für die Konfiguration und Bearbeitung der verschiedenen Bestandteile in der

CAD/CAM-Anlage **CC** zu benutzen. Ebenso wichtig ist es, dass keine manuellen Verfahrensschritte erforderlich sind, welche die präzise Position der Implantate **12** und die Lage, Form und Materialbeschaffenheit der Abutments **18** sowie die Lage der Suprakonstruktion **21** beeinflussen. Die Basis-Daten **BAD** ermöglichen ein systematisches, kohärentes Verfahren zum Aufbau des individuellen Zahnersatzes.

[0040] Im folgenden wird auf Einzelheiten der Herstellung des Abutments **18** und auf Abutment-Rohteile **17** eingegangen. Als Abutment-Rohteil **17** für ein einzelnes Abutment **18** wird ein Rohling oder ein Halbfabrikat verwendet, welches vom Hersteller dazu bestimmt ist, nachgearbeitet und dadurch individualisiert zu werden.

[0041] Eine Bibliothek in der Speichereinheit der EDV-Anlage **EDV** kann die Daten von erhältlichen vorgefertigten Abutment-Rohteilen **17** enthalten, wobei es sich hierbei nicht nur um Abutment-Rohteile **17** aus einem einzigen Material oder von einem einzigen Hersteller handeln muss. Aus diesen erhältlichen vorgefertigten Abutment-Rohteilen **17** sucht die EDV-Anlage **EDV** nun für jedes Implantat **12** das zugehörige Abutment-Rohteil **17** aus. Im Allgemeinen handelt es sich beim jeweils geeignetsten Abutment-Rohteil **17** um dasjenige, aus welchem sich das passende Abutment **18** mit dem geringsten Bearbeitungsaufwand fertigen lässt. Im weiteren bestimmt die EDV-Anlage **EDV** alle geometrischen Bearbeitungsdaten sowie beispielsweise Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten, Menge des benötigten Kühlmittels und andere Daten, nach welchen die Bearbeitungseinheit der CAD/CAM-Anlage **CC** das Abutment **18** aus dem Abutment-Rohteil **17** herstellt.

[0042] Alternativ kann als Abutment-Rohteil **17** auch ein konfektioniertes Norm-Abutment verwendet werden, das zwar vom Hersteller als fertiges Abutment angeboten wird und das ohne weitere Bearbeitung zur sofortigen Verwendung bestimmt wäre; ein solches Norm-Abutment muss aber zur Erzeugung eines optimalen individuellen Zahnersatzes **10** dennoch weiterbearbeitet und dadurch individualisiert werden.

[0043] Einzelheiten zur Herstellung der Abutments **18** aus den Abutment-Rohteilen **17** werden in Fig. 7A und 7B gezeigt. Die Abutment-Rohteile **17** werden während ihrer Bearbeitung auf einer Vorrichtung befestigt. Dabei können Vorrichtungen verwendet werden, die zur Aufnahme eines einzelnen Abutment-Rohteiles **17** bestimmt sind. Es hat sich aber als günstig erwiesen, mehrere Abutment-Rohteile auf einer gemeinsamen Vorrichtung zu befestigen. Diese Vorrichtung in Form einer Platte **50** ist in Fig. 7A in Aufsicht dargestellt. Auf dieser Platte **50** sind zum Beispiel an acht Stellen, nämlich in zwei Reihen an je vier Stellen, maximal acht in Fig. 7A nicht dargestellte Abutment-Rohteile **17** montierbar. Die Platte **50** weist an jeder der acht Stellen ein Positionierungselement **14.2** auf, das dem ersten Positionierungselement **14** des Implantates **12** beziehungsweise dem Positionierungselement **14.1** des

Manipulierimplantates 42 entspricht und das dazu bestimmt ist, mit dem Positionierelement 16 am Abutment-Rohteil 17 bzw. am Abutment 18 zusammenzuwirken. Ferner enthält die Platte 50 an jeder der acht Stellen eine nur in Fig. 7B sichtbare Gewindebohrung 52. Fig. 7B stellt die Platte 50 der Fig. 7A im Schnitt dar, jedoch mit einem mittels einer Schraube 54 auf der Platte 50 befestigten Abutment-Rohteil 17 sowie mit zwei mittels weiterer Schrauben 54 auf der Platte 50 befestigbaren Abutment-Rohten 17 und mit einem aus einem bearbeiteten Abutment-Rohteil entstandenen, durch Lösung der Schraube 54 von der Platte 50 entfernten Abutment 18. Solche Platten 50 sind bekannt. Die bisher auf ihnen hergestellten Abutments wiesen aber Achsen auf, die relativ zur Platte 50 parallel waren, während es in Wirklichkeit erforderlich ist, dass die verschiedenen Abutments relativ zur Platte 50 unterschiedlich gerichtete Achsen besitzen; die Richtungen dieser Achsen werden nach dem neuen Verfahren durch Verwendung der Hilfselemente beziehungsweise Vermessungsteile 44 durch die Erfassungseinrichtung SCAN festgestellt und bei der Herstellung der Abutments 18 mittels der CAD/CAM-Anlage CC berücksichtigt, so dass die derart erzeugten Abutments 18 achskonform montierbar sind.

[0044] Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung von Abutments ist in Fig. 8A, 8B, 8C und 8D dargestellt. Hierbei werden die Abutments 18 direkt aus einer Platte 60 hergestellt. Diese Platte 60 besteht gesamthaft oder mindestens in den Bereichen, aus welchen die Abutments 18 erzeugt werden, aus dem Material der Abutments 18 selbst, dient aber auch als Vorrichtung zum Fixieren der entstehenden Abutments 18 während ihrer Herstellung. Die Platte 60 enthält bereits zum Beispiel an mehreren, im dargestellten Beispiel an acht, Stellen je ein Positionierungselement 16, das auch am fertigen Abutment 18 dessen Positionierungselement 16 bilden wird. Die Positionierungselemente können beliebige Formen bilden, beispielsweise ein Hexagon, ein Octagon, einen Rhombus, einen Ovalzylinder. Fig. 8A zeigt als Beispiel vier Varianten 16.1, 16.2, 16.3, 16.4 von rotationsverhindernden Positionierungselementen 16, die gemäss Fig. 8B alle nach Aussen ragen, obwohl im allgemeinen wie in Fig. 8C dargestellt alle Positionierungselemente 16 einer Platte 60 gleich ausgebildet sind. Die Positionierungselemente 16 der Platte 60 gemäss Fig. 8D sind dagegen im Inneren der Platte 60 angebracht. Die Platte 60 enthält auch die Durchgangsbohrungen 19 und die Auflage für einen Kopf der hier nicht dargestellten Schraube 54, die später zur Fixierung der fertigen Abutments 18 auf den Implantaten 12 benötigt werden. Wenn Abutments ohne Durchgangsbohrungen hergestellt werden müssen, so sind Platten 60 ohne die Bohrungen 19 zu verwenden. Aus der Platte 60 können somit acht Verbindungsstücke 18 hergestellt werden, die dazu bestimmt sind, auf je einem Implantat befestigt zu werden. Die Formen der fertigen Abutments 18 sind in Fig. 8D mit gestrichelten Linien dargestellt.

[0045] Fig. 9A und Fig. 9B zeigen vier fertige Abutments 18, die aus einer Platte 60 hergestellt worden sind.

[0046] Fig. 10A und 10B zeigen, in analoger Darstellung wie Fig. 9A und 9B, wie die Herstellung des individuellen Zahnersatzes 10 weiter rationalisiert werden kann, indem jeweils ein Abutment Abutments integral mit einem Gerüst, gegebenenfalls auch integral mit einer Verblendung, als Integralteil 24 ausgebildet und aus demselben Material in einem Bearbeitungsgang hergestellt werden. Besonders rationell ist es, mehrere Integralteile 24 aus einer Platte 70 herzustellen.

[0047] Die Abutments 18 und Integralteile 24, die aus Platten 60 bzw. 70 hergestellt werden, werden erst am Ende ihrer Bearbeitung von den Platten getrennt, falls die Platten 60 bzw. 70 direkt eingespannt werden. Alternativ können die Platten 60 bzw. 70 während der Bearbeitung der Abutments 18 bzw. Integralteile 24 mittels nicht dargestellter Hilfsschrauben, die in den Bohrungen 19 aufgenommen werden, auf einer nicht dargestellten Vorrichtung befestigt werden; dadurch sind die entstehenden Abutments 18 bzw. Integralteile 24 bis zum Ende der Bearbeitung gehalten. Abutments bzw. Integralteile aus Platten, die keine Bohrungen 19 aufweisen, können ggfs. nach einem ersten Teil der Bearbeitung eingespannt werden, damit sie bis zum Schluss der Bearbeitung gehalten sind.

[0048] Aus einer entsprechenden Platte könnte auch ein Integralteil mit drei Abschnitten hergestellt werden, wobei nur zwei Abschnitte zur Befestigung auf je einem Implantat vorgesehen sind und dazu je ein Positionierungselement und eine Durchgangsbohrung aufweisen, während alle drei Abschnitte als Ersatz für insgesamt drei Zähne vorgesehen wären; hierzu müssten aber die Durchgangsbohrungen im erforderlichen Abstand angebracht werden.

[0049] Bisher wurde der Frage der Werkstoffe, aus welchen die Implantate, die Abutments, die Gerüste und die Verblendungen hergestellt werden, keine Beachtung geschenkt. Dennoch ist diese Werkstofffrage von entscheidender Bedeutung. Die verwendeten Werkstoffe sollen möglichst preisgünstig und mit vernünftigen Aufwand bearbeitbar sein, eine genügende Härte, Festigkeit und Elastizität und einen dem ursprünglichen Zahnmateriale ähnlichen thermischen Dilationswert aufweisen, um nicht durch mechanische und thermische Beanspruchungen beeinträchtigt zu werden, chemisch resistent sein gegen alle in der Mundhöhle anzutreffenden körpereigenen, zu verspeisenden und bei der Zahnreinigung benutzten Stoffe, biokompatibel sein und die sichtbaren Bereiche des Zahnersatzes, also insbesondere die Aufbauteile, sollten dem ursprünglichen Zahn optisch möglichst ähnlich sein. Ferner ist es erwünscht, dass die verschiedenen Bestandteile des individuellen Zahnersatzes aus demselben Werkstoff hergestellt werden, um alle Probleme zu vermeiden, die sich durch Verwendung verschiedener Werkstoffe ergeben können, beispielsweise unterschiedliche thermi-

sche Dilatation, Bi-Material-Effekte wie Korrosion durch unterschiedliche Lage benachbarter Werkstoffe in der elektrischen Spannungsreihe und allzu unterschiedliche Lebensdauer.

[0050] Je nach Fall erweisen sich verschiedenen Werkstoffe als besonders geeignet zur Herstellung von Bestandteilen des individuellen Zahnersatzes. Geeignete Werkstoffe sind beispielsweise Metalle, Keramiken, Gläser und Kunststoffe. Die Bearbeitungsanlage, mittels welcher die CAM-Bearbeitung beispielsweise von Abutments durchgeführt wird, sollte daher zur Bearbeitung dieser Werkstoffe fähig sein.

[0051] Bezüglich der Techniken, welche zur Herstellung beziehungsweise Bearbeitung der verschiedenen Bestandteile des individuellen Zahnersatzes eingesetzt werden, bestehen Einschränkungen. Insbesondere sind Gussverfahren und Erosionsverfahren, wie sie herkömmlicherweise häufig durchgeführt werden, zur Herstellung nicht unbedingt geeignet, da infolge grosser Temperaturdifferenzen Spannungen oder Materialveränderungen auftreten können. Aus medizinischen Gründen sind insbesondere unkontrollierbare Materialveränderungen zu vermeiden. Für die serienmässige Herstellung von Rohlingen für Implantate und Abutments können, neben anderen Verfahren, problemlos auch Guss- und Erosionsverfahren eingesetzt werden.

[0052] Bei Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens lassen sich alle oben erwähnten Anforderungen betreffend der Werkstoffe für den individuellen Zahnersatz erfüllen. Insbesondere können weniger geeignete Gussverfahren vermieden werden und die Bearbeitungsanlage zur Durchführung der CAM-Prozedur kann alle in Frage kommenden Werkstoffe bearbeiten.

[0053] Die einzelnen Schritte eines Beispiels des gesamten Verfahrens der Herstellung und Eingliederung eines individuellen Zahnersatzes werden durch die schematischen Darstellungen der Fig. 11 und 12 verdeutlicht.

[0054] In Fig. 11 sind die erfindungsgemässen Schritte durch einen strichpunktierten Rahmen Q eingegrenzt. Das Arbeitsmodell 40, je nach durchgeführten Verfahrensschritten mit den Bestandteilen 42, 18, 20, 22 des individuellen Zahnersatzes 10 beziehungsweise mit dem Hilfselement 44 bestückt, ist stets als Kreis dargestellt, die einzelnen Teile der Einrichtung, welche zur Durchführung des Verfahrens benutzt werden, nämlich der Scanner SCAN, die EDV-Einheit EDV sowie die CAD/CAM-Anlage CC, sind als Parallelogramme dargestellt und durch einen Rahmen P zusammengefasst, und die aus der EDV-Einheit EDV und der CAD/CAM-Anlage CC resultierenden Bestandteile 12, 16, 18, 20, 22 des individuellen Zahnersatzes 10 sowie das Hilfselement beziehungsweise Vermessungsteil 44 und Daten für deren Montage sind durch Rechtecke dargestellt. Ausserhalb des Rahmens Q angegebene Teile beziehungsweise Verfahrensschritte,

nämlich der mit dem individuellen Zahnersatz 10 zu versiehende Kieferbereich 30 des Patienten, das danach gefertigte Negativmodell 32, der mit den Implantaten 12 versehene Kieferbereich 30.1 und der mit dem individuellen Zahnersatz 10 versehene Kieferbereich 30.2 des Patienten gehören nicht zur Erfindung. Im übrigen ist Fig. 11 selbsterklärend.

[0055] Fig. 12 zeigt in anschaulicher Weise die verschiedenen Herstellungsvarianten sowie die Anfangs-, Zwischen- und Endstadien des Zahnersatzes mit Ausnahme der Implantate. Benutzt werden die Erfassungseinrichtung SCAN, die EDV-Anlage EDV und die CAD/CAM-Anlage CC.

[0056] Das Ausgangsmaterial für die Abutments 18 bilden entweder die Abutment-Rohteile 17, die während ihrer Bearbeitung an den Platten 50 befestigt werden, oder die aus Abutment-Material bestehenden Platten 60. Auf die Abutments 18 wird anschliessend die Suprakonstruktion 21 montiert; diese kann aus einem Teil oder aus zwei Teilen, nämlich dem Gerüst 20 und der Verblendung 22, bestehen.

[0057] Das Ausgangsmaterial für die Integrateteile 24, die entweder das Abutment und das Gerüst oder das Abutment und das Gerüst und die Verblendung integrieren, bildet die Platte 70.

[0058] Wie weiter oben erwähnt, betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines individuellen Zahnersatzteiles, das heisst eines individuellen Zahnersatzteiles aus einem oder mehreren Bestandteilen, das auf mindestens ein Implantat oder mindestens einen Zahnrest montierbar ist. Die Bestandteile des Zahnersatzteiles sind dieselben wie die Bestandteile des oben beschriebenen Zahnersatzes, jedoch ohne das Implantat, und das Zahnersatzteil kann daher im Prinzip gleich hergestellt und montiert werden wie die oben beschriebenen Bestandteile des Zahnersatzes, mit Ausschluss natürlich der Implantate bzw. der Manipulierimplantate und der damit im Zusammenhang spezifischen Verfahrensschritte.

Bezugszeichenliste

[0059]

10	Zahnersatz
12	Implantat
14	1. Positionierungselement (an Implantat)
14.1	1. Positionierungselement (an Manipulierimplantat)
14.2	1. Positionierungselement (an Platte 50)
15	Positionierungsvorrichtung
16	2. Positionierungselement an Verbindungsstück beziehungsweise an Platten 60, 70
17	Abutment-Rohteil (= <u>Abutment Standard</u>)

18	Abutment	
19	Durchgangsbohrung in 18	
20	Gerüst	
21	Suprakonstruktion = 20 + 22 aus <u>einem Material gefertigt xxxx</u>	5
22	Verblendung	
24	Integralteil	
24.1, 24.2, 24.3	Abschnitte von 24	
30	Kieferbereich	
30.1	Kieferbereich mit Implantaten	10
30.2	Kieferbereich mit Zahnersatz	
32	Kieferknochen	
34	Zahnfleisch	
40	Arbeitsmodell	
42	Manipulierimplantat	15
44	Hilfselement	
45	Markierung an 44	
46	Fixationsschlüssel	
50	Platte (=Vorrichtung) <u>für Standard- Abutment</u>	20
52	Gewindebohrung	
54	Schraube	
60	Platte = <u>Rohling mit eingearbeite- ten Positionierungselement mit Schraubenkanal</u>	25
70	Platte = <u>Rohling für Kronen und Brückengerüste 20 oder für kom- plette Suprakonstruktionen 20 + 21</u>	
T1, T2, T3	Stelle früherer Zähne in 30	
M1, M2	Stellen wo Manipulierimplantat gesetzt ist, in 40	30
SCAN	Scanner	
EDV	EDV-Anlage	
CC	CAD/CAM-Anlage	
P	1. Rahmen in Fig. 10	35
Q	2. Rahmen in Fig. 10	
E	Einschieberichtung	
BAD	Basis-Daten	
ID	Implantat-Daten	
VD	Verbindungsstück-Daten	40
ED	Einschiebe-Daten	
GD	Gerüst-Daten	
BD	Verblendungs-Daten	
FD	Fixierungsschlüssel-Daten	45

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines individuell gefertigten implantat-gestützten Zahnersatzes (10), insbesondere aus beliebigen, auch biokompatiblen Werkstoffen und insbesondere mit Hilfe der CAD/CAM Technik,
 - wobei in einem Arbeitsmodell (40) eines mit dem Zahnersatz (10) zu versehenen Kieferbereichs (30) mindestens ein Manipulierimplantat (42) angebracht wird, welches relativ zum Arbeitsmodell (40) eine Lage einnimmt,

die der Lage eines im Kieferbereich (30) implantierten Implantates (12), das an seinem distalen Ende ein Positionierungselement (14) aufweist, entspricht,

- wobei zu jedem Implantat (12) ein Abutment (18) hergestellt wird, das dazu bestimmt ist, am Implantat (12) mittels einer Positionierungsvorrichtung (15) positioniert und mittels eines Befestigungselementes befestigt zu werden, und
- wobei am Arbeitsmodell (40) eine auf das Abutment (18) passende Suprakonstruktion (21) aufgebaut wird, welche dazu bestimmt ist, im Kieferbereich (30) auf das mindestens eine Abutment (18) geschoben zu werden, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass nach dem Anbringen des mindestens einen Manipulierimplantates (42) im Arbeitsmodell (40) auf jedem Manipulierimplantat (42) ein Hilfselement (44) angebracht wird, das zusammen mit dem Manipulierimplantat (42) die Lage des Implantates (12) im Kieferbereich (30) wiedergibt,
- dass mittels einer Erfassungsvorrichtung (SCAN) die dreidimensionale Geometrie des Arbeitsmodells (40) mit dem mindestens einen Hilfselement (44) erfasst wird und daraus Basis-Daten (BAD) ermittelt werden, welche die genannte dreidimensionale Geometrie beschreiben,
- dass aus den genannten Basis-Daten (BAD) Implantat-Daten (ID) ermittelt werden, welche die Tiefe, die Neigung und die Winkellage des Implantates (12) im Kieferbereich (30) definieren,
- dass aus den Implantat-Daten (ID) Abutment-Daten (AD) ermittelt werden, welche das herzustellende Verbindungsstück (18) definieren, und
- dass die Herstellung des Abutments (18) unter Berücksichtigung der Abutment-Daten (AD) mittels einer CAD/CAM-Anlage (CC) erfolgt.

2. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Abutment (18) unter Benutzung der Abutment-Daten (AD) aus einem einzelnen Abutment-Rohteil (17) oder aus einem Standard-Abutment oder aus einer aus Abutmentmaterial bestehenden Platte (60) hergestellt wird.
3. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,** dass zur Festlegung der Lage des mindestens einen Manipulierimplantates (42) das Arbeitsmodell (40) benutzt wird, welches aufgrund einer Kie-

ferabformung des, das mindestens eine Implantat (12) enthaltenden, Kieferbereiches (30.1) hergestellt ist.

4. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet,
 dass aus den Basisdaten (BAD) und aufgrund von mindestens einem im Arbeitsmodell angebrachten Abutment (18) Fixierungs-Daten (FD) ermittelt werden. 10
5. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 15
dadurch gekennzeichnet,
 dass unter Benutzung der Basis-Daten (BAD) Einschubdaten (ED) ermittelt werden, die eine Einschubrichtung (E) definieren, in welcher ein Gerüst (20) oder eine das Gerüst (20) und eine Verblendung (22) umfassende Suprakonstruktion (21) auf ein oder mehrere Abutments (18) geschoben wird. 20
6. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 25
dadurch gekennzeichnet,
 dass unter Benutzung der Basis-Daten (BAD) mittelbar über die Abutment-Daten (AD) Gerüstdaten (GD) ermittelt werden, aufgrund welcher das Gerüst (20) oder die Suprakonstruktion (21) mittels der CAD/CAM-Anlage (CC) hergestellt wird. 30
7. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 35
dadurch gekennzeichnet,
 dass unter Benutzung der Basis-Daten (BAD) mittelbar über die Abutment-Daten (AD) und die Gerüst-Daten (GD) Verblendungsdaten (VD) ermittelt werden, mittels welchen die Verblendung (22) des Gerüsts (20) mittels der CAD/CAM-Anlage (CC) hergestellt wird. 40
8. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 45
dadurch gekennzeichnet,
 dass zur Herstellung einer kronen-oder brückenartigen Suprakonstruktion (21) oder Verblendung (22) ein Wax up oder eine Bibliothek benutzt wird.
9. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 50
dadurch gekennzeichnet,
 dass das Gerüst (20) der Suprakonstruktion (21) integral mit dem Abutment (18) hergestellt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, 55
dadurch gekennzeichnet,
 dass die das Gerüst (20) und die Verblendung (22) umfassende Suprakonstruktion (21) integral, vor-

zugsweise bei vorherigem Wax up oder aus einer Bibliothek, hergestellt wird.

11. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 55
dadurch gekennzeichnet,
 dass die das Gerüst (20) und die Verblendung (22) umfassende Suprakonstruktion (21) integral mit dem Abutment (18) hergestellt wird.
12. Verfahren nach mindestens einem der obigen Ansprüche, 60
dadurch gekennzeichnet,
 dass, vorzugsweise unter Benutzung der Basis-Daten (BD), eine Schablone hergestellt wird, mit deren Hilfe die vorgesehene Lage des inserierten Zahnersatzes überprüft wird.
13. Verfahren zur Herstellung mindestens eines Zahnersatzteiles (18, 20, 21, 22), welches dazu bestimmt ist, auf mindestens einem Implantat (12) oder mindestens einem Zahnrest positioniert und befestigt zu werden, 65
dadurch gekennzeichnet,
 dass das mindestens eine Zahnersatzteil aus einem von mehreren an einer gemeinsamen Platte (50, 60, 70) angeordneten Zahnersatzteil-Rohteilen (17) durch eine CAD/CAM-Anlage (CC) aufgrund von Basis-Daten (BAD) hergestellt wird, welche die Geometrie des Implantates (12) oder des Zahnrestes definieren.
14. Verfahren nach Anspruch 13, 70
dadurch gekennzeichnet,
 dass zur Bestimmung der Basis-Daten (BD) die dreidimensionale Geometrie des mit dem Zahnersatzteil zu versehenen Kieferbereiches direkt oder in einem Arbeitsmodell durch eine Erfassungsvorrichtung (SCAN) erfasst wird.
15. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 13 bis 14, 75
dadurch gekennzeichnet,
 dass mehrere an derselben Platte (50, 60, 70) angeordnete Zahnersatzteil-Rohteile (17) nacheinander bearbeitet werden.
16. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 13 bis 15, 80
dadurch gekennzeichnet,
 dass jedes Zahnersatzteil aus einem Abutment (18) oder aus einem Gerüst (20) oder aus einer Verblendung (22) oder aus einem Abutment (18) mit einem Gerüst (20) oder aus einer Suprakonstruktion (21) oder aus einem Integralteil (24), umfassend Abutment (18), Gerüst (20) und Verblendung (22), besteht.

17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche
13 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zahnersatzteil-Rohteile während ihrer
Bearbeitung einzeln an der als Vorrichtung dienen- 5
den Platte (50) befestigt werden.
18. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Platte (50) Positionierungselemente (14.2) 10
und die Zahnersatz-Rohteile komplementäre Posi-
tionierungselemente (16) aufweisen.
19. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche
13 bis 18, 15
dadurch gekennzeichnet,
dass die Platte (60, 70) als aus dem Material des
Zahnersatz-Rohteils bestehende Platte ausgebildet
ist, aus welcher die Zahnersatzteile hergestellt wer-
den. 20
20. Verfahren nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Platte die Positionierungselemente (16)
und/oder Durchgangsbohrungen (19) der herzu- 25
stellenden Zahnersatzteile aufweist.

30

35

40

45

50

55

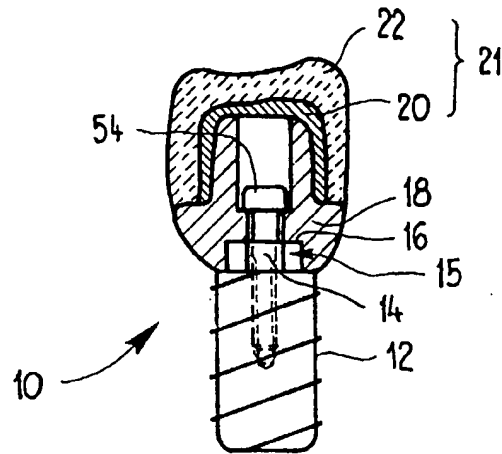


Fig.1

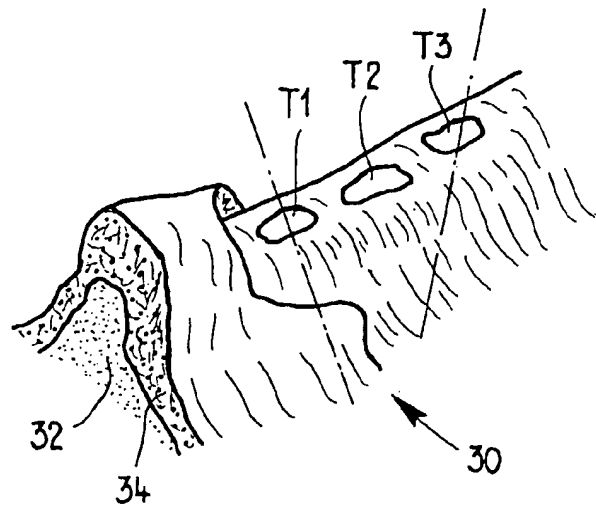
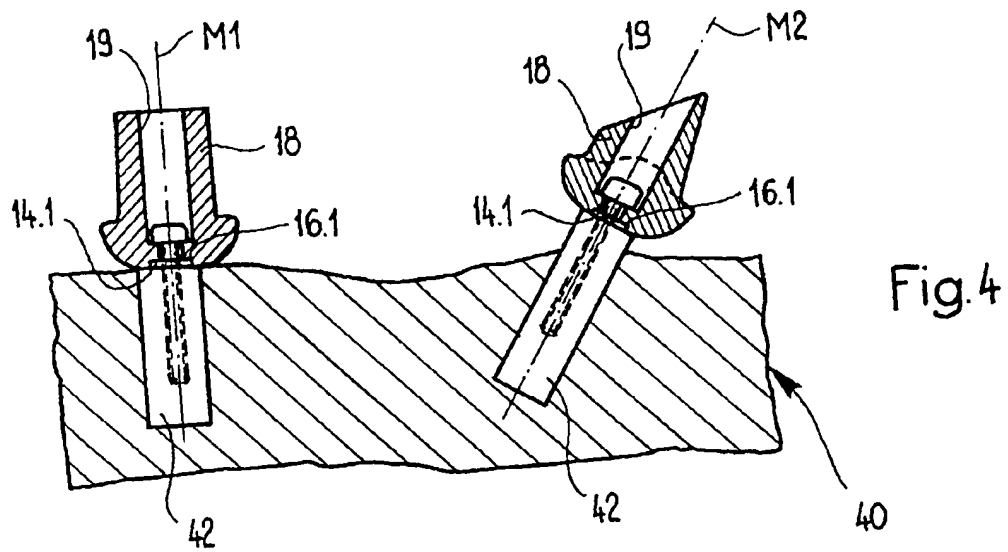
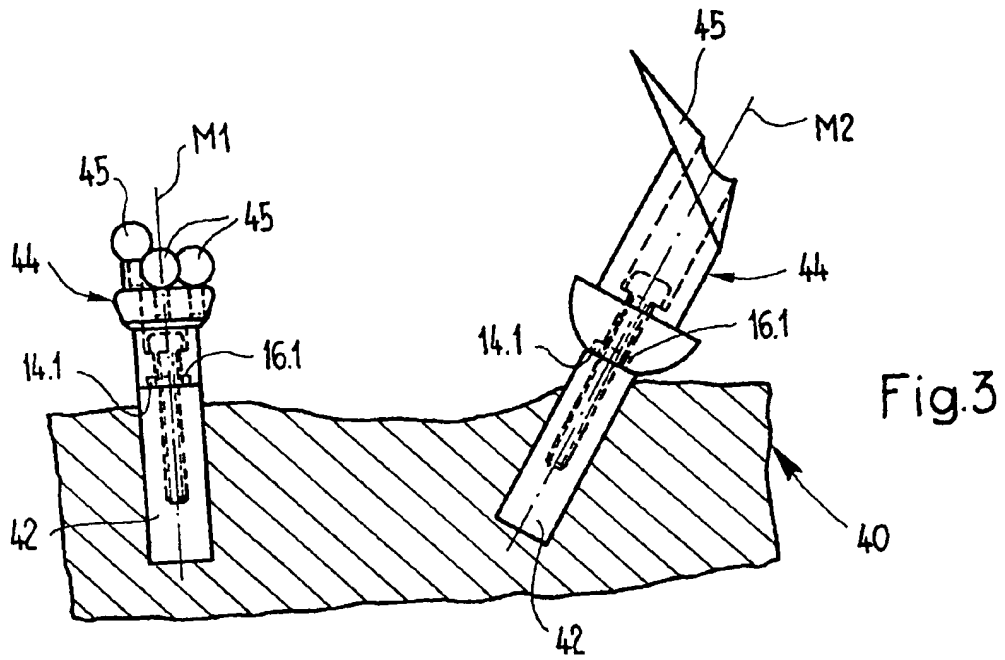


Fig.2



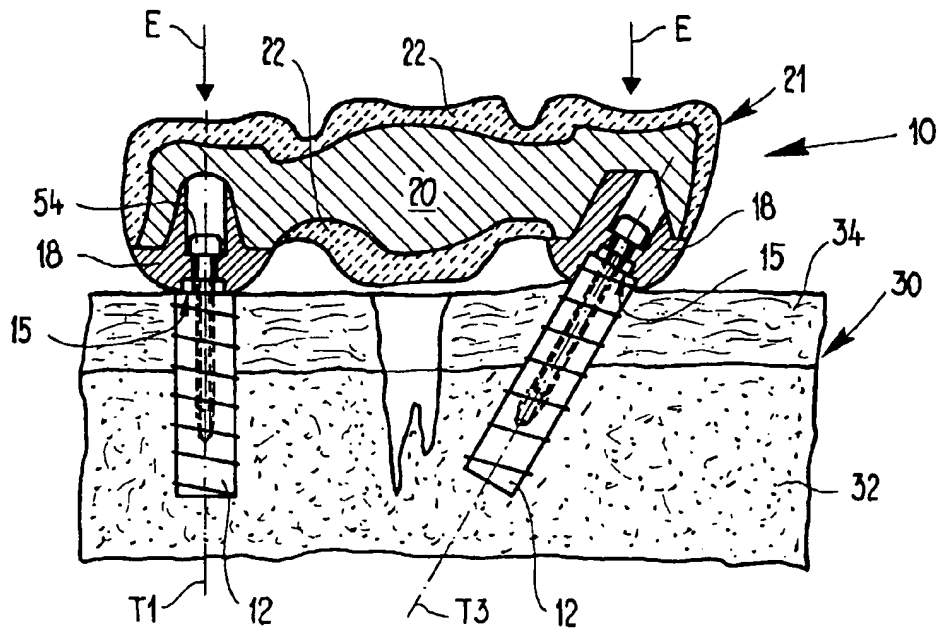


Fig. 5

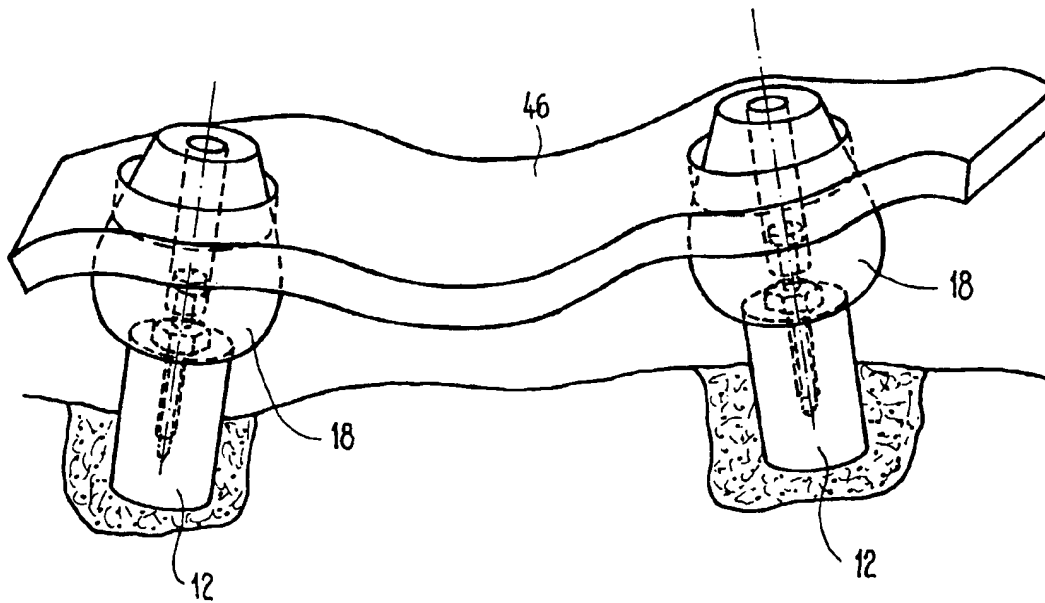
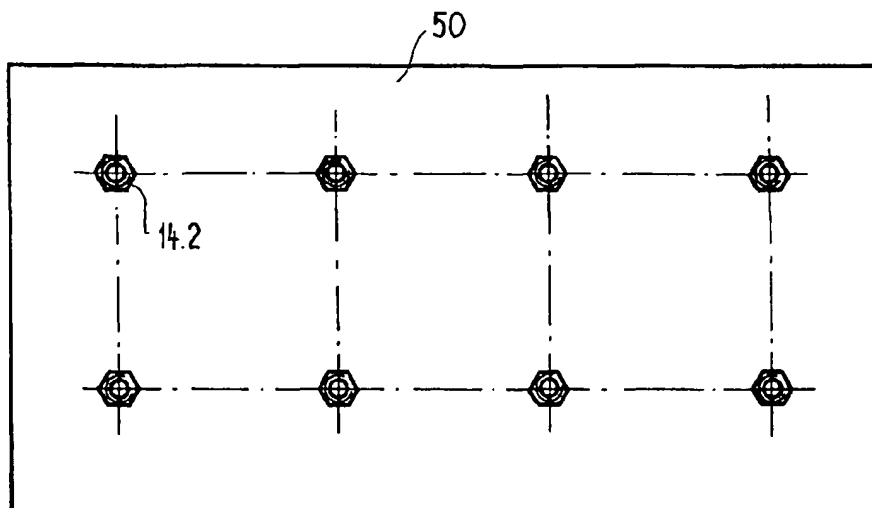
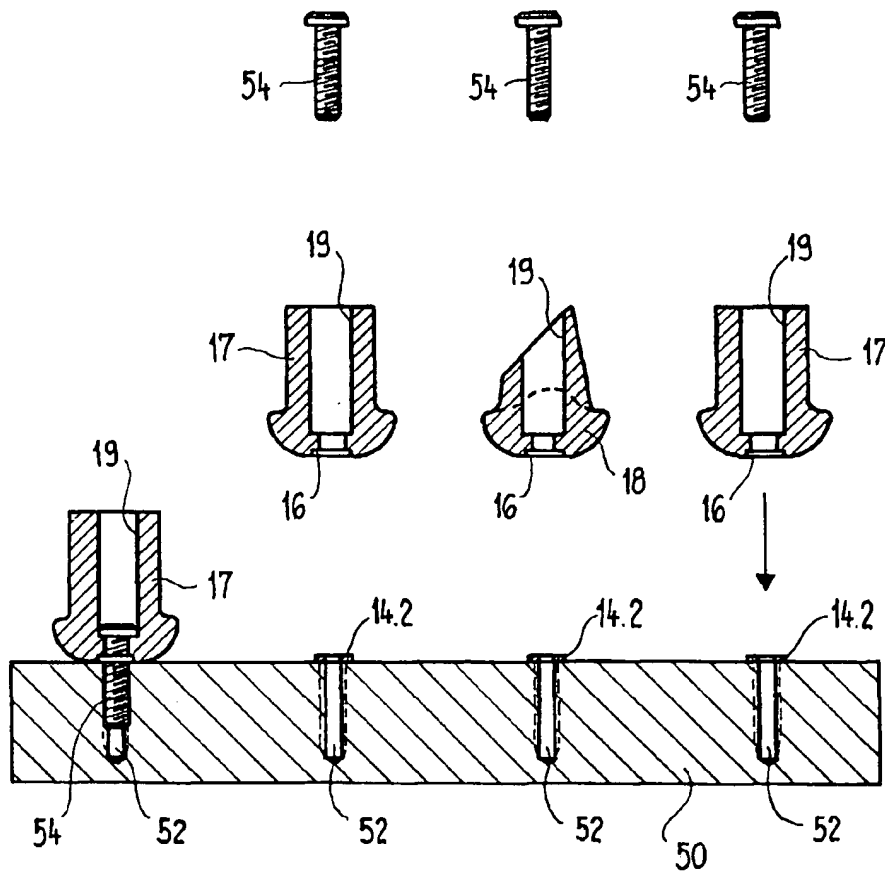
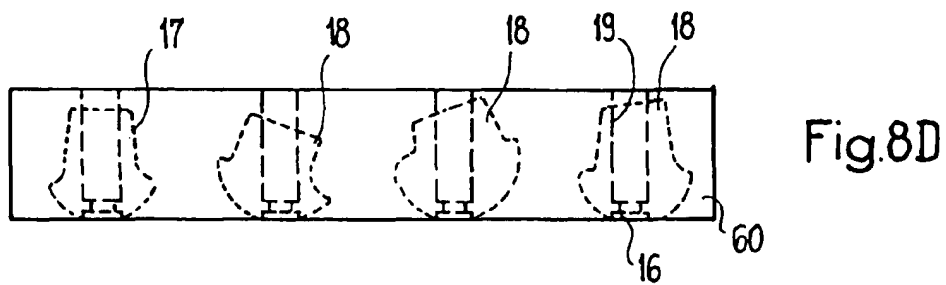
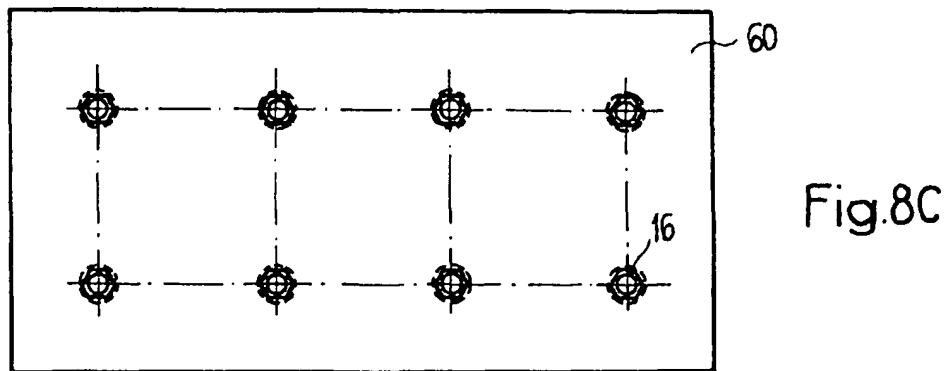
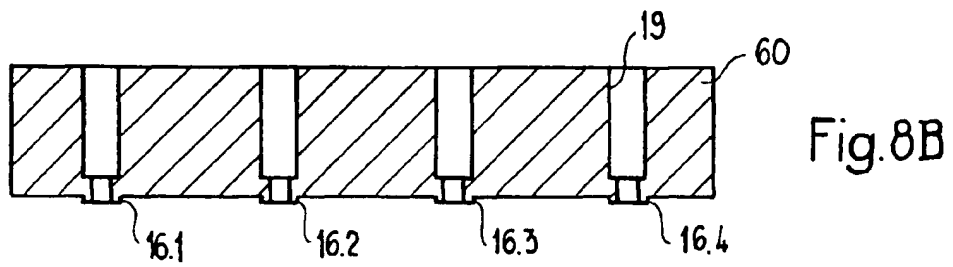
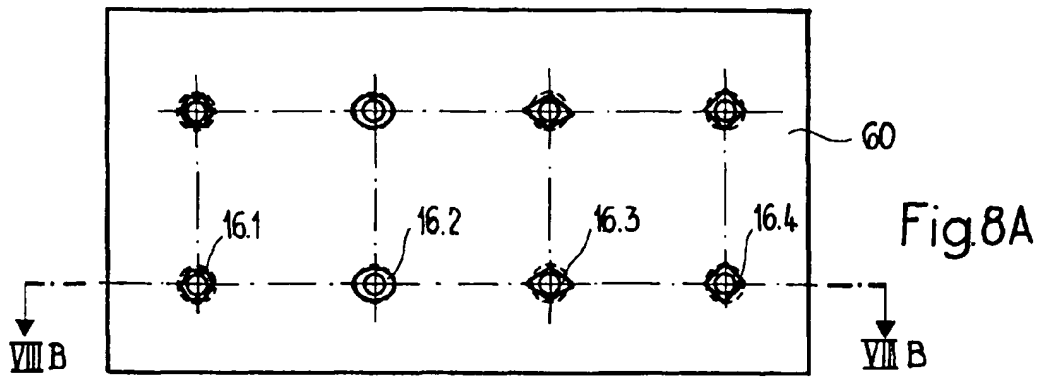


Fig. 6





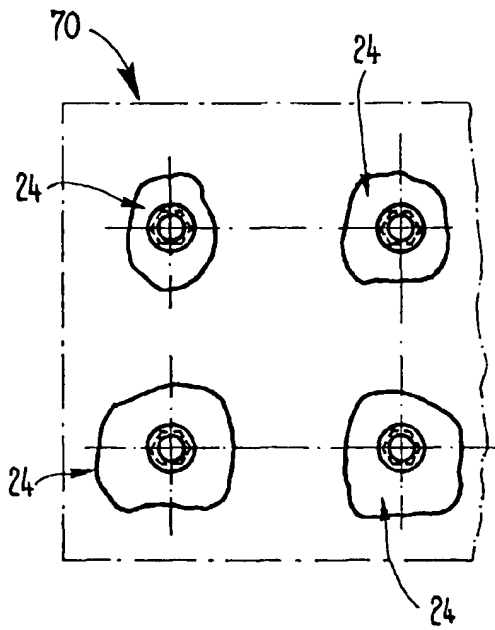


Fig. 10A

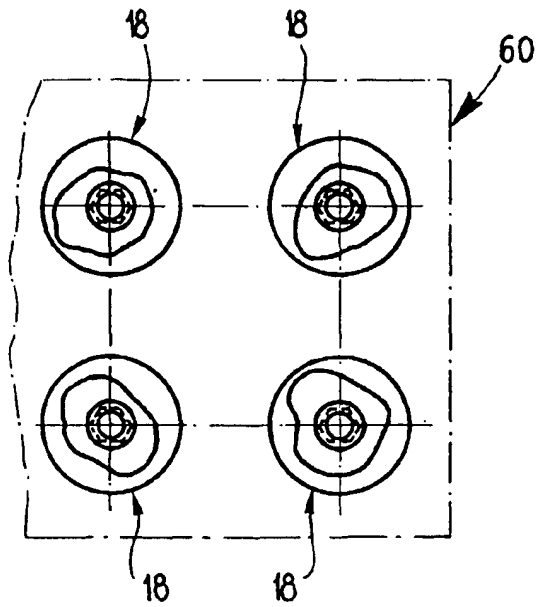


Fig. 9A

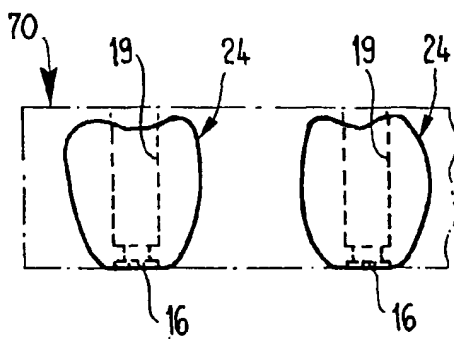


Fig. 10B

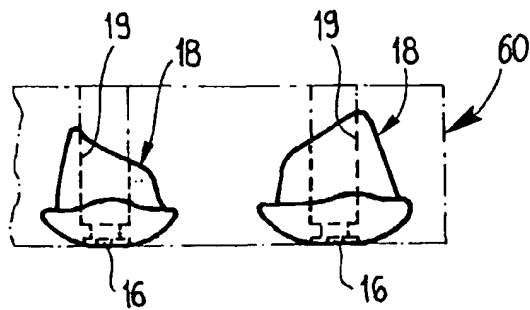


Fig. 9B

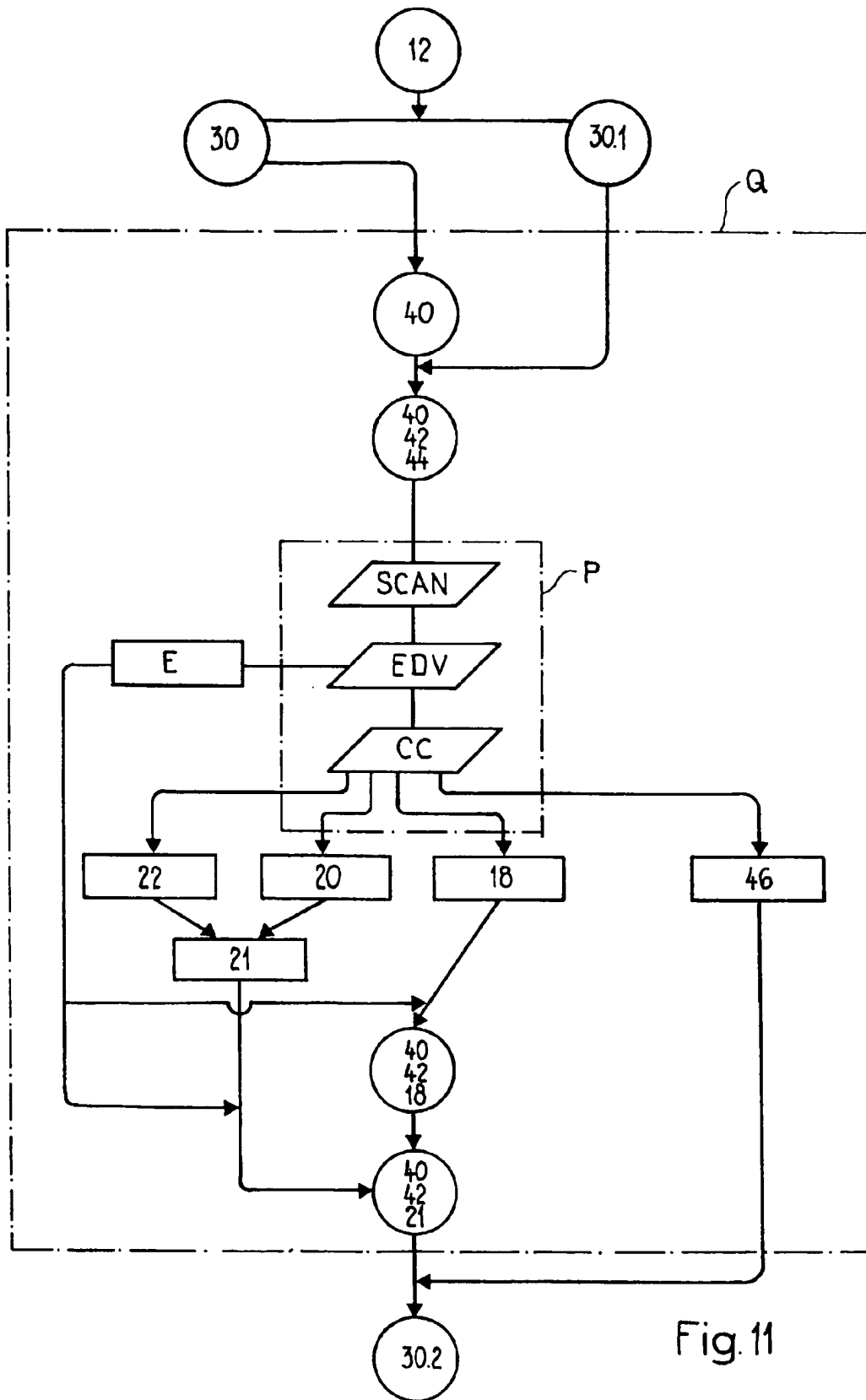


Fig. 11

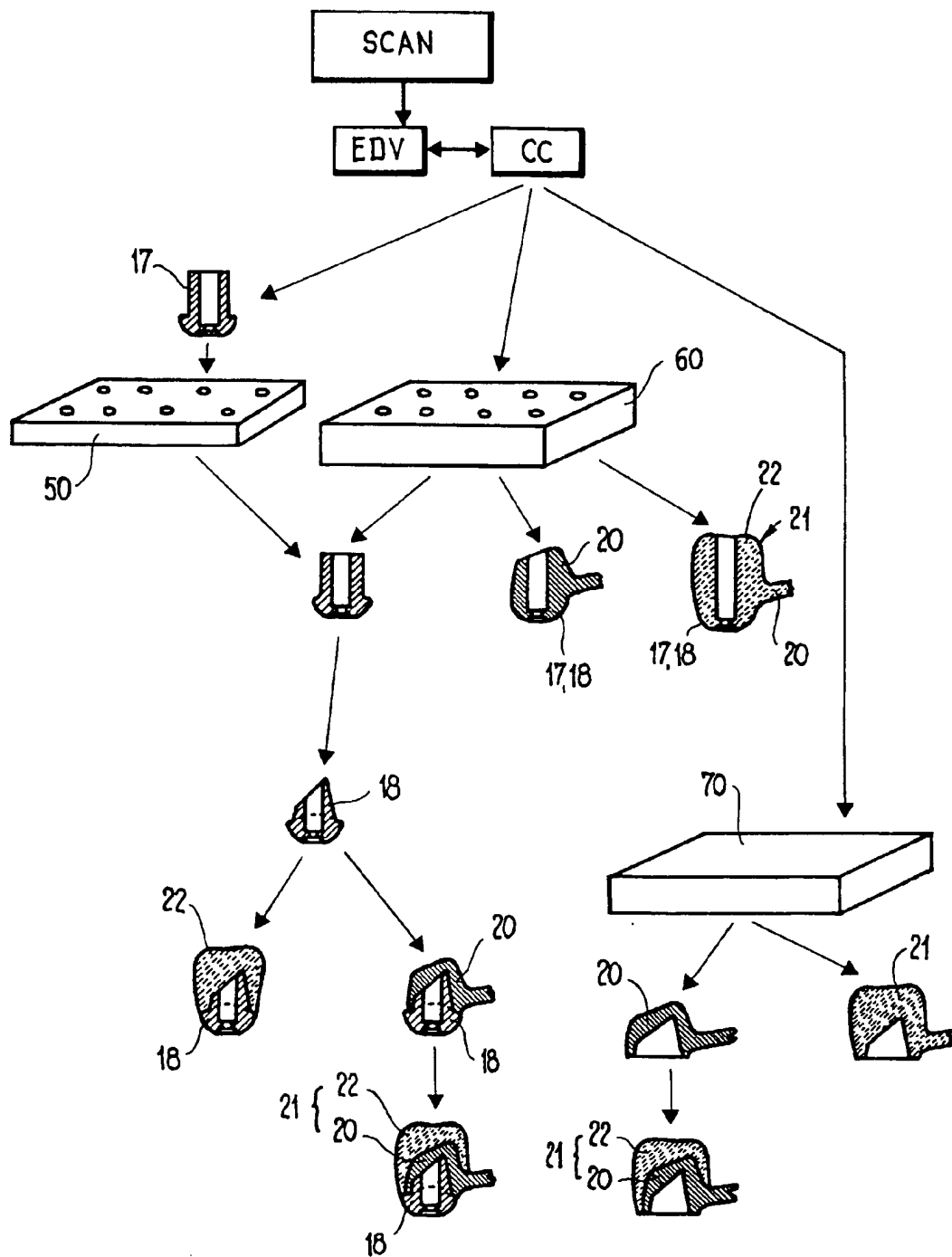


Fig.12